



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 17 636.5

**Anmeldetag:** 17. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Bremseinrichtung für einen Elektromotor

**IPC:** H 02 P 3/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. November 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Stark'.

Stark

08.04.2003

5

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

10 Bremseinrichtung für einen Elektromotor

Die Erfindung betrifft eine Bremseinrichtung für einen Elektromotor, insbesondere für einen Elektromotor einer Werkzeugmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15

Es ist bekannt, Handwerkzeugmaschinen, wie beispielsweise Bohrmaschinen und Handkreissägen, durch Gleichstromreihenschlussmotoren anzutreiben, die auch als Universalmotoren bezeichnet werden.

20

Beim Abschalten derartiger Handwerkzeugmaschinen kommt der Gleichstromreihenschlussmotor aufgrund der mechanischen Trägheit des Antriebsstrangs nicht sofort zum Stillstand, was für den Benutzer die Gefahr einer Verletzung während des Auslaufens in sich birgt.

25

Zur Verringerung dieser Verletzungsgefahr ist aus EP 0 578 366 A2 eine Bremseinrichtung für einen Gleichstromreihenschlussmotor bekannt, bei der die Ankerwicklung des Gleichstromreihenschlussmotors durch einen Kurzschlussschalter

30

kurzgeschlossen werden kann, um eine Bremswirkung zu erzielen, so dass der Gleichstromreihenschlussmotor bei einem Abschalten schneller zum Stillstand kommt. Diese Bremswirkung entsteht dadurch, dass der Kurzschlussstrom in der Ankerwicklung ein Magnetfeld aufbaut, das dem äußeren Magnetfeld der Feldwicklung des Gleichstromreihenschlussmotors entgegengesetzt ist.

Die Ansteuerung des Kurzschluss Schalters erfolgt hierbei durch den Benutzer der Handwerkzeugmaschine, wobei der Hauptschalter der Handwerkzeugmaschine mit dem Kurzschluss Schalter gekoppelt ist. Bei einem Abschalten der Handwerkzeugmaschine durch den Benutzer erfolgt also gleichzeitig ein Schließen des Kurzschluss Schalters.

#### Vorteile der Erfindung

Die Erfindung sieht ebenfalls eine Bremseinrichtung für einen Elektromotor vor, bei dem eine Ankerwicklung des Elektromotors durch einen Kurzschluss Schalter kurzgeschlossen werden kann.

Der Kurzschluss Schalter weist hierbei jedoch zur Steuerung seines Schaltzustands einen Steuereingang auf, wobei der Steuereingang des Kurzschluss Schalters mit einer Steuereinheit verbunden ist, um während des Bremsvorgangs zur Vermeidung von Bürstenfeuer eine Phasenanschnittsteuerung des Kurzschluss Schalters bzw. des durch die Ankerwicklung fließenden elektrischen Stroms durchzuführen.

Die Erfindung ermöglicht also eine Kurzschlussbremsung eines Gleichstromreihenschlussmotors mit einem verringerten Bürstenfeuer im Vergleich zu der eingangs beschriebenen bekannten Bremseinrichtung für einen Gleichstromreihenschlussmotor.

5

Die Phasenanschnittsteuerung des während des Bremsvorgangs durch die Ankerwicklung des Elektromotors fließenden elektrischen Stroms erfolgt vorzugsweise mit einem solchen Phasenwinkel, dass der Effektivwert des elektrischen Stroms nahezu einem normalen Kurzschluss entspricht, damit nach Möglichkeit auch die gleiche Bremswirkung wie bei einem normalen Kurzschluss erreicht wird.

10

15

Die im Rahmen der Erfindung eingesetzte Phasenschnittsteuerung ist an sich bekannt und beispielsweise in Philippow, E.: Taschenbuch Elektrotechnik, Band 5, Carl Hanser Verlag, 1. Auflage, Seite 933 ff. beschrieben, so dass im Folgenden auf eine detaillierte Beschreibung der technischen Einzelheiten der Phasenanschnittsteuerung verzichtet werden kann und der Inhalt dieses Lehrbuchs der vorliegenden Beschreibung hinsichtlich der Phasenanschnittsteuerung in vollem Umfang zuzurechnen ist.

20

25

30

Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Bremseinrichtung zur Trennung des Elektromotors von einer Stromversorgung einen Verzögerungsschalter auf, der durch einen Benutzer bedienbar ist und nach einer Schalthandlung des Benutzers erst zeitverzögert ausschaltet. Diese zeitverzögerte Abschaltung des Elektromotors ist bei der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung vorteilhaft, da der Kurzschluss der Ankerwicklung in Verbindung mit dem durch die Feldwicklung des Elektromotors erzeug-

ten äußeren Magnetfeld die gewünschte Bremswirkung erzeugt. Eine sofortige Abschaltung der Feldwicklung würde also die Bremswirkung verringern und die Auslaufzeit verlängern. Die Betätigung des Verzögerungsschalters durch den Benutzer führt  
5 also vorzugsweise zunächst nur zu einem Kurzschluss der Ankerwicklung in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Phasenanschnittsteuerung des durch die Ankerwicklung fließenden Stroms, wohingegen die vollständige Abschaltung des Elektromotors mit der Feldwicklung und der Ankerwicklung erst zeitverzögert erfolgt.  
10

Hierbei weist der Verzögerungsschalter vorzugsweise eine vorgegebene Zeitverzögerung zwischen einer Schalthandlung des Benutzers und der dadurch verursachten Trennung von der  
15 Stromversorgung auf, wobei die Zeitverzögerung vorzugsweise mindestens so lang ist wie der Bremsvorgang. Eine derartige Bemessung der Zeitverzögerung des Verzögerungsschalters ist vorteilhaft, damit die Feldwicklung während der gesamten Auslaufzeit angeschaltet bleibt und zu der Bremswirkung beitragen kann.  
20

Der Verzögerungsschalter ist hierbei vorzugsweise mit der Steuereinheit verbunden, um die Steuereinheit über eine Schalthandlung des Benutzers zu informieren, damit die Steuereinheit den Kurzschlusschalter entsprechend ansteuern kann.  
25

Darüber hinaus ist vorzugsweise ein Handhabungssensor vorgesehen, der bei einer Werkzeugmaschine erkennen kann, ob die  
30 Werkzeugmaschine von dem Benutzer handgeführt ist oder abgelegt wurde. Eine Erkennung dieser unterschiedlichen Betriebs-

zustände der Werkzeugmaschine ist sinnvoll, da der Bremsvorgang relativ schnell erfolgen sollte, wenn die Werkzeugmaschine abgelegt wurde, da dann eine erhöhte Verletzungsgefahr besteht. Falls der Benutzer die Werkzeugmaschine dagegen in der Hand führt, kann die Auslaufzeit länger sein, da die Verletzungsgefahr dann geringer ist. Der Handhabungssensor kann beispielsweise ein einfacher Schalter sein, der in den Griff der Handwerkzeugmaschine integriert ist und von dem Benutzer der Handwerkzeugmaschine beim Halten des Griffes der Handwerkzeugmaschine automatisch betätigt wird.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung ist ferner ein Drehzahlsensor vorgesehen, der die Drehzahl des Elektromotors erfasst, wobei der Drehzahlsensor mit der Steuereinheit der Bremseinrichtung verbunden ist, um den Bremsvorgang in Abhängigkeit von der Drehzahl des Elektromotors zu beeinflussen. Die Drehzahlmessung ermöglicht beispielsweise die Erkennung eines Störfalls, der beispielsweise durch ein Festklemmen des Werkzeugs in dem bearbeiteten Werkstück entstehen kann. Bei einem solchen Störfall ist eine möglichst schnelle Notabschaltung der Werkzeugmaschine sinnvoll. Die Regelparameter für den Anker- und den Feldstrom sowie für die Phasenanschnittsteuerung können dann so eingestellt werden, dass die Auslaufzeit minimal ist. Bei einem Abschalten während des Normalbetriebs bei Nenn-Drehzahl werden die Regelparameter für Anker- und Feldstrom sowie für die Phasenanschnittsteuerung dagegen vorzugsweise so gewählt, dass ein minimales Bürstenfeuer auftritt.

Ferner weist die erfindungsgemäße Bremseinrichtung vorzugsweise einen Sicherheitsschalter auf, um den Elektromotor ein-

gangsseitig kurzzuschließen, wodurch eine Notabschaltung möglich ist. Bei einem eingangsseitigen Kurzschluss des Elektromotors durch den Sicherheitsschalter wird üblicherweise die elektrische Haussicherung oder eine eingebaute Schmelzsicherung ausgelöst, was auch bei einem Fehlverhalten eingebauter Halbleiterschalter zu einer sicheren Abschaltung führt.

Bei dem Kurzschlusschalter für die Ankerwicklung des Elektromotors handelt es sich vorzugsweise um einen Halbleiterschalter, wie einen Triac, jedoch ist die Erfindung nicht auf diesen Schaltertyp beschränkt, sondern grundsätzlich auch mit anderen Schaltertypen realisierbar.

#### Zeichnungen

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

- Fig. 1                    eine Handkreissäge mit einer erfindungsgemäßen Bremseinrichtung in einer Perspektivansicht,
- Fig. 2                    ein Schaltbild der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung sowie

Fig. 3                    ein Schaltbild eines alternativen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brems-einrichtung.

## 5    Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Perspektivansicht in Figur 1 zeigt eine weitgehend herkömmlich aufgebaute Handkreissäge 10, so dass im Folgenden auf eine detaillierte Beschreibung des herkömmlichen Aufbaus der Handkreissäge 10 verzichtet werden kann und diesbezüglich auf die einschlägige Patentliteratur verwiesen wird.

Als Besonderheit weist die Handkreissäge 10 eine Bremseinrichtung 12 auf, die in Figur 2 in Form eines Schaltbildes dargestellt ist und nachfolgend detailliert beschrieben wird.

Der mechanische Antrieb der Handkreissäge 10 erfolgt durch einen Gleichstromreihenschlussmotor 14, der eine Feldwicklung 16 und eine Ankerwicklung 18 aufweist, wobei die Feldwicklung 16 und die Ankerwicklung 18 in Reihe geschaltet sind.

Der Gleichstromreihenschlussmotor 14 ist über einen Verzögerungsschalter 20 mit einem ersten Anschlusskontakt 22 und über einen Triac 24 mit einem zweiten Anschlusskontakt 26 verbunden, wobei die beiden Anschlusskontakte 22, 26 in herkömmlicher Weise mit einer Stromversorgung verbunden sind.

Darüber hinaus weist die Bremseinrichtung 12 eine Steuereinheit 28 auf, die unter anderem den Triac 24 ansteuert, um die Drehzahl des Gleichstromreihenschlussmotors 14 einzustellen, wie noch detailliert beschrieben wird.



Der Verzögerungsschalter 20 ist bipolar aufgebaut und weist zwei getrennte Schaltelemente 20.1, 20.2 auf, wobei das Schaltelement 20.2 von dem Bediener der Handkreissäge 10 betätigt werden kann, wohingegen das Schaltelement 20.1 dem Schaltzustand des Schaltelements 20.2 mit einer vorgegebenen Verzögerungszeit folgt.

Beim Trennen des Schaltelements 20.2 durch den Bediener der Handkreissäge 10 bleibt das Schaltelement 20.1 zunächst noch während der Verzögerungszeit geschlossen und trennt erst dann. Die technische Bedeutung dieser verzögerten Ansteuerung des Schaltelements 20.1 im Rahmen der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung 12 wird später noch detailliert erläutert.

Weiterhin weist die erfindungsgemäße Bremseinrichtung 12 einen Triac 30 auf, der einen Kurzschluss der Ankerwicklung 18 ermöglicht, um den Gleichstromreihenschlussmotor 14 abzubremesen, wobei der Triac 30 durch die Steuereinheit 28 angesteuert wird, wie ebenfalls noch detailliert beschrieben wird.

Ferner weist die Bremseinrichtung 12 einen Handhabungssensor 32 auf, der mit der Steuereinheit 28 verbunden ist und ermittelt, ob die Handkreissäge 10 von dem Bediener in der Hand gehalten wird oder abgelegt wurde. Diese Unterscheidung ist wichtig, da ein Gefahrenfall vorliegt, wenn der Gleichstromreihenschlussmotor 14 läuft, obwohl der Bediener die Handkreissäge 10 nicht mehr in der Hand hält. In einem solchen Gefahrenfall ist eine Notabschaltung der Handkreissäge 10 erforderlich, wie noch detailliert beschrieben wird.

Schließlich weist die Bremseinrichtung 12 einen Drehzahlsensor 34 auf, der ebenfalls mit der Steuereinheit 28 verbunden ist, wobei der Drehzahlsensor 34 ebenfalls die Aufgabe hat, einen Gefahrenfall zu erkennen, um den Bremsvorgang entsprechend beeinflussen zu können, wie noch detailliert beschrieben wird.

Im Folgenden wird nun die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung 12 beschrieben.

Im Normalbetrieb hält der Bediener die Handkreissäge 10 mit der Hand fest, was von dem Handhabungssensor 32 erkannt und der Steuereinheit 28 signalisiert wird.

Weiterhin kann sich der Gleichstromreihenschlussmotor 14 im Normalbetrieb frei drehen, was durch den Drehzahlsensor 34 erkannt und der Steuereinheit 28 signalisiert wird.

Der Bediener kann dann das Schaltelement 20.2 manuell schließen, wodurch sich auch das Schaltelement 20.1 schließt, so dass der Gleichstromreihenschlussmotor 14 bestromt wird.

Hierbei kann die Steuereinheit 28 durch eine geeignete Ansteuerung des Triacs 24 die Drehzahl des Gleichstromreihenschlussmotors 14 auf einen vorgegebenen Sollwert einregeln.

Während dieses Normalbetriebs steuert die Steuereinheit 28 den Triac 30 nicht-leitend, so dass der Gleichstromreihenschlussmotor 14 normal arbeitet.

Falls der Bediener die Handkreissäge 10 durch eine Betätigung des Schaltelements 20.2 abschaltet, wird dies von der Steuereinheit 28 sofort erkannt. Die Steuereinheit 28 führt daraufhin ein Zünden des Triacs 30 durch, so dass die Ankerwicklung 18 des Gleichstromreihenschlussmotors 14 kurzgeschlossen wird.

Nach dem Trennen des Schaltelements 20.2 bleibt das Schaltelement 20.1 des Verzögerungsschalters 20 jedoch noch während einer vorgegebenen Verzögerungszeit geschlossen, so dass die Feldwicklung 16 des Gleichstromreihenschlussmotors 14 zunächst weiter bestromt wird. Sowohl Triac 24 als auch Triac 30 führen eine Phasenanschnittsteuerung des Feldstroms bzw. Kurzschlussstroms durch.

Das durch die Feldwicklung 16 dabei aufgebaute äußere Magnetfeld wirkt während des Bremsvorgangs mit dem durch die Ankerwicklung 18 aufgebauten Magnetfeld so zusammen, dass ein Bremsmoment entsteht, wodurch die Auslaufzeit des Gleichstromreihenschlussmotors 14 verringert wird.

Bei einem derartigen normalen Abschalten des Gleichstromreihenschlussmotors 14 erfolgt die Ansteuerung der Triacs 30 und 24 so, dass ein minimales Bürstenfeuer auftritt.

Darüber hinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Bremseinrichtung 12 auch eine Notabschaltung der Handkreissäge 10.

Eine derartige Notabschaltung ist beispielsweise erforderlich, wenn die Kreissäge 10 dem Bediener aus der Hand gefallen ist, was von dem Handhabungssensor 32 erkannt wird. In

einem solchen Gefahrenfall steuert die Steuereinheit 28 die beiden Triacs 24, 30 so an, dass eine maximale Bremswirkung auftritt, wobei auch ein stärkeres Bürstenfeuer und ein größerer Kohleabbrand in Kauf genommen wird.

5

Darüber hinaus erfolgt eine Notabschaltung auch dann, wenn die Handkreissäge 10 festläuft, was beispielsweise durch ein Festklemmen des Sägeblatts in dem zu sägenden Werkstück verursacht werden kann. Dieser Gefahrenfall wird von dem Drehzahlsensor 34 anhand eines starken und plötzlichen Drehzahlabfalls erkannt und der Steuereinheit 28 signalisiert. Daraufhin steuert die Steuereinheit 28 wiederum die beiden Triacs 24, 30 so an, dass die Bremswirkung maximal ist, wobei wiederum ein stärkeres Bürstenfeuer und ein entsprechend größerer Kohleabbrand in Kauf genommen wird.

10

15

Das in Figur 3 dargestellte alternative Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremseinrichtung 12' stimmt weitgehend mit dem vorstehend beschriebenen und in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel 12 überein, so dass im Folgenden zur Vermeidung von Wiederholungen weitgehend auf die vorstehende Beschreibung zur Figur 2 verwiesen wird und für entsprechende Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden, die zur Unterscheidung lediglich durch ein Apostroph gekennzeichnet sind.

20

25

Eine Besonderheit der Bremseinrichtung 12' besteht darin, dass die Abschaltung des Gleichstromreihenschlussmotors 14' nicht durch den in Figur 2 dargestellten Verzögerungsschalter 20 erfolgt, sondern durch eine entsprechende Ansteuerung des Triacs 24'.

30

Zusätzlich weist die Bremseinrichtung 12' einen weiteren Triac 36' auf, der einen eingangsseitigen Kurzschluss zwischen den Anschlusskontakten 22' und 26' ermöglicht, wobei der Triac 36' von der Steuereinheit 28' angesteuert wird. Der Triac 36' ermöglicht eine Notabschaltung, indem die Steuereinheit 28' den Triac 36' leitend steuert, was zu einem Kurzschluss zwischen den Anschlusskontakten 22' und 26' führt, wodurch eine vorgeordnete elektrische Sicherung ausgelöst wird.

Zur Einleitung eines Abschaltvorgangs ist hierbei ein Schaltelement 38' vorgesehen, das mit der Steuereinheit 28' verbunden ist, wobei die Steuereinheit 28' den Triac 24' entsprechend dem Schaltzustand des Schaltelements 38' ansteuert.

Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist die Tatsache, dass das Schaltelement 38' als einfacher Signalschalter ausgebildet sein kann, der keine Leistung steuern muss. Das Schaltelement 38' kann deshalb als Mikroschalter oder sogar als druckempfindlicher Sensor aufgebaut sein.

Darüber hinaus ist bei der Bremseinrichtung 12 die Zeitverzögerungsfunktion durch eine Software in der Steuereinheit 28 nachgebildet, so dass auf den Verzögerungsschalter 20 verzichtet werden kann.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

## Bezugszeichen

10	Handkreissäge
12, 12'	Bremseinrichtung
14, 14'	Gleichstromreihenschlussmotor
16, 16'	Feldwicklung
18, 18'	Ankerwicklung
20	Verzögerungsschalter
20.1, 20.2	Schaltelement
22, 22'	Anschlusskontakt
24, 24'	Triac
26, 26'	Anschlusskontakt
28, 28'	Steuereinheit
30, 30'	Triac
32, 32'	Handhabungssensor
34, 34'	Drehzahlsensor
36'	Triac
38'	Schaltelement

08.04.2003

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

5

### Ansprüche

- 10 1. Bremseinrichtung (12, 12') für einen Elektromotor (14, 14'), insbesondere für einen Elektromotor (14, 14') einer Werkzeugmaschine (10), mit einem Kurzschlusschalter (30, 30') zum Kurzschließen einer Ankerwicklung (18, 18') des Elektromotors (14, 14') während eines Bremsvorgangs, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kurzschlusschalter (30, 30') zur Steuerung seines Schaltzustands einen Steuereingang aufweist, wobei der Steuereingang des Kurzschlusschalters (30, 30') mit einer Steuereinheit (28, 28') verbunden ist, um während des Bremsvorgangs zur Vermeidung von Bürstenfeuer eine Phasenanschnittsteuerung des Kurzschlusschalters (30, 30') durchzuführen.
- 15 2. Bremseinrichtung (12, 12') nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Trennung von einer Stromversorgung ein Verzögerungsschalter (20) vorgesehen ist, der durch einen Benutzer bedienbar ist und nach einer Schalthandlung des Benutzers erst zeitverzögert ausschaltet.
- 20 25 30

3. Bremseinrichtung (12, 12') nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verzögerungsschalter (20) zwischen einer Schalthandlung des Benutzers und der Trennung von der Stromversorgung eine vorgegebene Zeitverzögerung aufweist, wobei die Zeitverzögerung mindestens so lang ist wie der Bremsvorgang.
4. Bremseinrichtung (12, 12') nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verzögerungsschalter (20) mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist, um die Steuereinheit (28, 28') über eine Schalthandlung des Benutzers zu informieren.
5. Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Handhabungssensor (32, 32') zur Erkennung einer Handhabung der Werkzeugmaschine (10), wobei der Handhabungssensor (32, 32') mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist.
6. Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Drehzahlsensor (34, 34') zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotors (14, 14'), wobei der Drehzahlsensor (34, 34') mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist, um den Bremsvorgang in Abhängigkeit von der Drehzahl des Elektromotors (14, 14') zu beeinflussen.



7. Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Sicherheitsschalter (36'), um eine Stromversorgung bei einer Störung kurzzuschließen, wobei der Sicherheitsschalter (36') einen  
5 Steuereingang aufweist, der mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist.

8. Elektrogerät, insbesondere Werkzeugmaschine (10), mit einer Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10  
9. Bremsverfahren für einen Elektromotor (14, 14') mit einer Ankerwicklung (18, 18'), insbesondere für einen Elektromotor (14, 14') einer Werkzeugmaschine (10), wobei die  
15 Ankerwicklung (18, 18') über einen Kurzschlusschalter (30, 30') kurzgeschlossen wird, um eine Bremswirkung zu erzeugen, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Phasenschnittsteuerung des Kurzschlusschalters (30, 30') erfolgt, um beim Abbremsen des Elektromotors (14, 14')  
20 Bürstenfeuer zu vermeiden.

10. Bremsverfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Feldwicklung (16, 16') des Elektromotors (14, 14') beim Abbremsen des Elektromotors (14, 14') mindestens zeitweise weiterhin bestromt wird.

11. Bremsverfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (14, 14') eine Werkzeugmaschine (10) antreibt, die unterschiedliche Betriebszustände aufweisen kann, wobei der aktuelle Betriebszustand der Werkzeugmaschine (10) ermittelt und die Phasenschnittsteuerung des Kurzschlusschalters (30, 30') in Abhängigkeit von dem ermittelten Betriebszustand beeinflusst wird.

12. Bremsverfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (14, 14') in einem ersten Betriebszustand der Werkzeugmaschine (10) schneller abgebremst wird als in einem zweiten Betriebszustand der Werkzeugmaschine (10).

-----

ROBERT BOSCH GMBH; D-70442 Stuttgart

## Bremseinrichtung für einen Elektromotor

10

15

20

(Figur 2)

— • — • — • — • — • — • — • — •

30

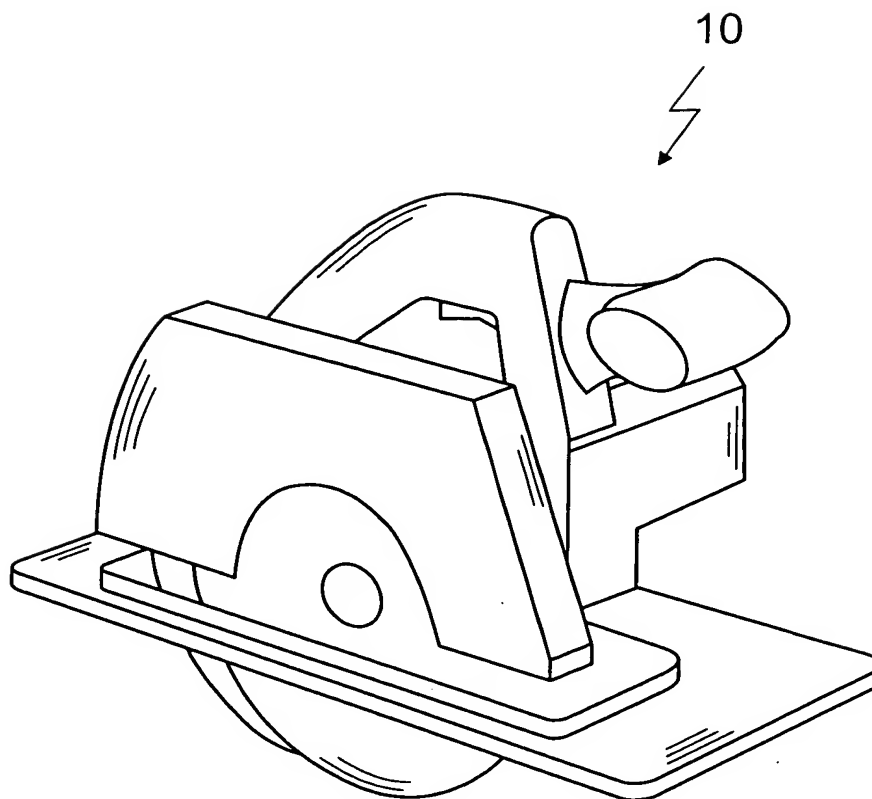


Fig. 1

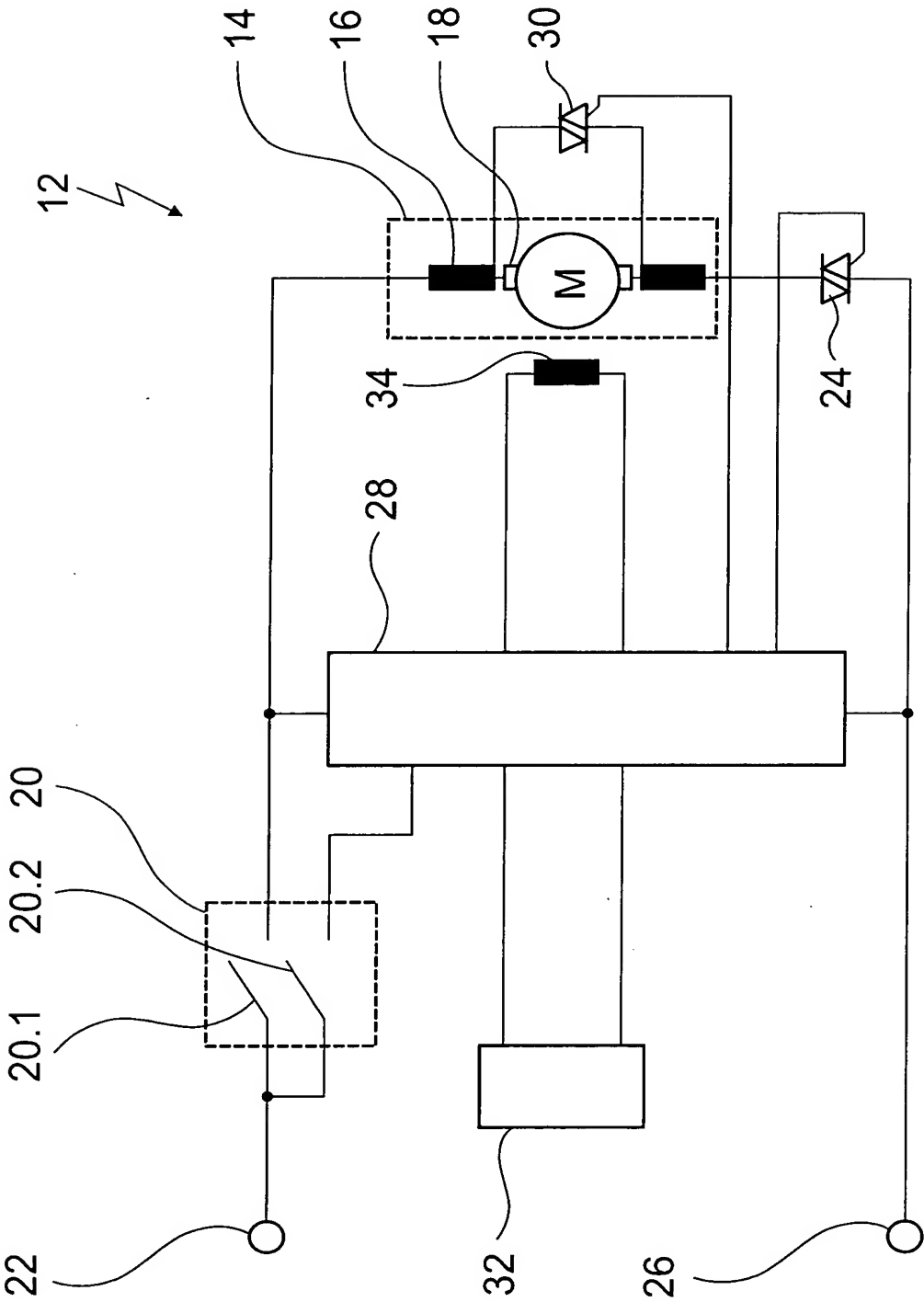


Fig. 2

